

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 03 月 03 日  
Application Date

申請案號：092104454  
Application No.

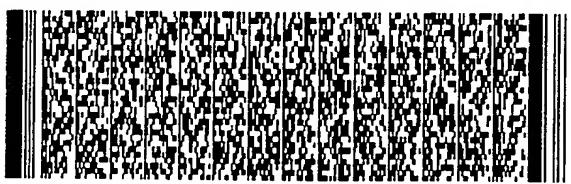
申請人：台達電子工業股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

2003 4 22  
發文日期：西元 年 月 日  
Issue Date

發文字號：  
Serial No. 09220397570

|   |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| 申請日期：   | IPC分類                 |   |
| 申請案號：   |                       |   |
| (以上各欄由本局填註)   |                       |   |
| <b>發明專利說明書</b>  |                       |   |
| 一、<br>發明名稱  | 中文                    | 應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器                              |
|   | 英文                    |   |
| 二、<br>發明人<br>(共2人)  | 姓名<br>(中文)            | 1. 蔡清雄<br>2. 陳建達                                |
|   | 姓名<br>(英文)            | 1. Chin-Shiong Tsai<br>2. Chien-Da Chen         |
|   | 國籍<br>(中英文)           | 1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW                           |
|   | 住居所<br>(中 文)          | 1. 台南市永康市大灣路40巷86弄32號<br>2. 台南市永康市文化路323巷7號7F之一 |
|   | 住居所<br>(英 文)          | 1.<br>2.  |
| 三、<br>申請人<br>(共1人)  | 名稱或<br>姓名<br>(中文)     | 1. 台達電子工業股份有限公司                                 |
|   | 名稱或<br>姓名<br>(英文)     | 1. DELTA ELECTRONIC, INC                        |
|   | 國籍<br>(中英文)           | 1. 中華民國 TW                                      |
|   | 住居所<br>(營業所)<br>(中 文) | 1. 桃園縣龜山鄉山頂村興邦路31之1號 (本地址與前向貴局申請者不同)            |
|   | 住居所<br>(營業所)<br>(英 文) | 1.  |
|   | 代表人<br>(中文)           | 1. 鄭崇華  |
|   | 代表人<br>(英文)           | 1.  |
|  |                       |   |

四、中文發明摘要 (發明名稱：應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器)

本發明提供一種電流迴路控制器應用於一伺服系統之中，該電流迴路控制器包含：一參考模式控制器以及一電流控制器。該參考模式控制器，其利用該伺服系統之一電流命令參考訊號經由該參考模式控制器產生一第一電流命令訊號與該伺服系統之一迴授速度命令訊號比較產生一第二電流命令訊號。以及，該電流控制器，係將該第二電流命令訊號、該電流命令參考訊號與一電流迴授訊號經由該電流控制器產生一控制訊號以驅動該伺服系統。

伍、(一)、本案代表圖為：第二三圖

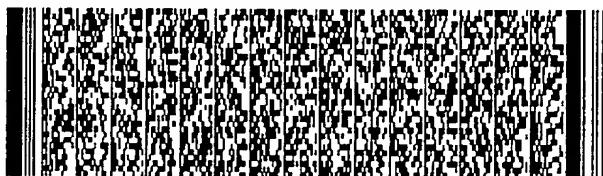
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

201：伺服系統 202：電流迴路控制器

204：參考模式控制 205：電流控制器

206：線圈參數轉移函數 207：機構參數轉移函數

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



四、中文發明摘要 (發明名稱：應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器)

$i_a(s)$ ：馬達電流命令

$i_f(s)$ ：馬達之迴授電流

$i_r(s)$ ：電流命令訊號

$v_r(s)$ ：馬達速度命令

$\omega(s)$ ：馬達轉速

$\omega_a(s)$ ：速度命令訊號

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一

權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

無

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

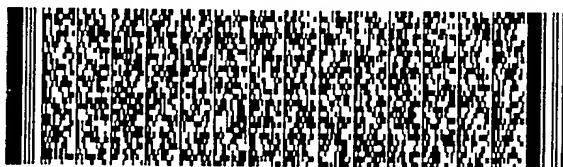
### 發明所屬之技術領域

本發明係為一種電流迴路控制器，尤指應用於一伺服系統之強健性電流迴路控制器。

### 先前技術

請參閱第一圖，第一圖係為一典型的伺服控制系統方塊圖。典型伺服控制系統100包含：一馬達系統101、一電流控制器102、一速度控制器103。其中，該馬達系統101之轉移函數 (transfer function) 包含一線圈轉移函數 $G_a(s) = 1/(Ls+R)$ ，以及一機構轉移函數 $G_J(s) = 1/(Js+B)$ ，L代表一繞組電感值、R代表一繞組電阻值、J為馬達系統之等效轉子慣量、B為馬達系統之等效阻尼係數。該電流控制器102之轉移函數為 $G_c(s)$ 。該速度控制器103之轉移函數為 $G_s(s)$ 。 $\omega(s)$ 代表馬達轉速。 $i_f(s)$ 代表馬達之迴授電流。 $i_a(s)$ 代表馬達電流命令。 $v_r(s)$ 代表馬達速度命令。

典型伺服控制系統100分別利用該電流控制器102與該速度控制器103做為該馬達系統101之速度控制以及電流控制。一般而言，馬達系統101的線圈參數L、R只受溫度的影響，只要不過熱，線圈參數的變化很小。又，傳統伺服之電流迴路在頻率500Hz以下均可視為常數。然而，機構參數J、B則會隨著負載不同而改變。



## 五、發明說明 (2)

請參閱第二圖。第二圖係為一典型伺服控制系統之速度開迴路波德圖 (Bode Plot)。如第二圖所示，當轉子慣量  $J$  變大時，在固定速度控制器的考慮下，開迴路波德增益 (dB) 隨慣量增大而降低，造成整個伺服系統的穩態及動態誤差擴大。此時，必須另設增益較高之速度控制器來滿足伺服控制之性能要求。因此，傳統的驅動器為克服這個問題，乃採用慣量估測器 (estimator) 以獲得目前伺服系統的慣量值，再給予適當之速度控制器。然而，這樣的方式僅適用在慣量變化緩慢的情況下。對於慣量變化快速的情況下，應用此方式進行控制，反而會造成系統不良之動態行為。

職是之故，本發明鑑於習知技術之缺失，乃思及改良發明之意念，發明出本案之『應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器』。

## 發明內容

本發明之第一目的在於提供一種應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器，利用一參考模式控制器 (Model Reference Controller) 將該伺服系統因負載變化之轉子慣量控制成為近似該馬達轉子慣量參考值，電流迴路依然可以提供其強健性能。

本發明之第二目的在於提供一種應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器，利用一參考模式控制器將該伺服系



### 五、發明說明 (3)

統因應外在干擾時，模式輸出與馬達轉子角速率的差值時注入電流控制器，抵抗外來干擾。電流迴路可以提供外來干擾之強健性能。

本發明之第三目的在於提供一種應用於伺服系統之強健性電流迴路控制器，當該伺服系統發生共振時，利用一參考模式控制器可自動抑制該共振。

根據本案之構想，本發明提供一種電流迴路控制器應用於一伺服系統之中，該電流迴路控制器包含：一參考模式控制器，其利用該伺服系統之一電流命令參考訊號經由該參考模式控制器產生一速度命令訊號與該伺服系統之一迴授速度命令訊號比較產生一電流命令訊號；以及一電流控制器，係將該電流命令訊號、該電流命令參考訊號與一電流迴授訊號經由該電流控制器產生一控制訊號以驅動該伺服系統。

根據上述之構想，其中該伺服系統係為一交流(AC)伺服系統 (servo system)。

根據上述之構想，其中該伺服系統係為一永磁伺服系統。

根據上述之構想，其中該參考模式控制器之轉移函數係為  $K_t / (J_m s + B_m)$ ， $J_m$  為一馬達轉子慣量參考值、 $B_m$  為一馬達阻尼係數參考值、 $K_t$  為一比例值，利用該參考模式控制器將該伺服系統因負載變化之一轉子慣量控制成為近似該馬達轉子慣量參考值。

根據上述之構想，其中該轉移函數  $K_t / (J_m s + B_m)$  之該



#### 五、發明說明 (4)

馬達轉子慣量參考值與該馬達阻泥係數參考值係根據一  
格之設定值。

根據上述之構想，其中該規格係為該伺服系統之一穩  
態誤差。

根據上述之構想，其中該參考模式控制器該速度命令  
訊號與該迴授速度命令訊號之差值以產生該電流命令訊  
號。

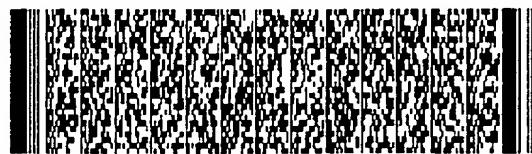
根據上述之構想，其中該控制訊號係為一電壓控制訊  
號。

根據上述之構想，其中該控制訊號係為一電流控制訊  
號。

根據本案之另一構想，本發明提供一電流迴路控制方  
法應用於一伺服系統之中，該控制方法包含：利用該伺服  
系統之一電流命令參考訊號經由一第一運算產生一速度命  
令訊號；將該速度命令訊號與該伺服系統之一迴授速度命  
令訊號比較產生一電流命令訊號；以及將該電流命令訊  
號、該電流命令參考訊號與一電流迴授訊號經由一第二運  
算產生一控制訊號以驅動該伺服系統。

根據上述之構想，其中該伺服系統係為一交流(AC)伺  
服系統 (servo system)。

根據上述之構想，其中該第一運算係利用一轉移函數  
 $K_t / (J_m s + B_m)$ ， $J_m$  為一馬達轉子慣量參考值、 $B_m$  為一馬達阻泥  
係數參考值，將該伺服系統因負載變化之之一轉子慣量控  
制成為近似該馬達轉子慣量參考值。



## 五、發明說明 (5)

根據上述之構想，其中將該速度命令訊號與該迴授速度命令訊號之差值以產生該電流命令訊號。

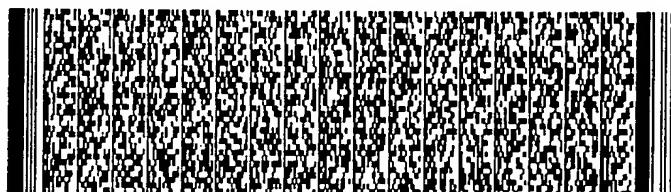
根據上述之構想，其中該控制訊號係為一電壓控制訊號。

根據上述之構想，其中該控制訊號係為一電流控制訊號。

本案得藉由以下列圖示與詳細說明，俾得一更深入之了解。

## 實施方式

請參閱第三圖係為本案較佳實施例應用強健性電流迴路控制器之伺服控制系統方塊圖。如第三圖所示，該電流迴路控制器202包含一參考模式控制器204以及一電流控制器205。該參考模式控制器204，利用該伺服系統200之一電流命令參考訊號 $i_a(s)$ 經由該參考模式控制器204產生一速度命令訊號 $\omega_a(s)$ 與該伺服系統之一迴授速度命令訊號 $\omega(s)$ 之差值，經由一比例運算產生一電流命令訊號 $i_r(s)$ 。以及，該電流控制器205，係將該電流命令訊號 $i_r(s)$ 、一電流命令參考訊號 $i_a(s)$ 與一電流迴授訊號 $i_f(s)$ 經由該電流控制器202產生一控制訊號以驅動一伺服系統201。該伺服系統可由線圈參數轉移函數206以及機構參數轉移函數207來表示。



## 五、發明說明 (6)

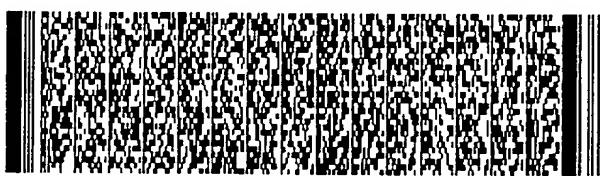
其中，該伺服系統可為一交流(AC)伺服系統 (servo system) 或是一永磁伺服系統。該參考模式控制器204之轉移函數係為  $K_t / (J_m s + B_m)$ ， $J_m$  為一馬達轉子慣量參考值、 $B_m$  為一馬達阻尼係數參考值、 $K_t$  為一比例值，利用該參考模式控制器將該伺服系統因負載變化之轉子慣量控制成為近似該馬達轉子慣量參考值。

又，該轉移函數  $K_t / (J_m s + B_m)$  之該馬達轉子慣量參考值與該馬達阻尼係數參考值可根據該伺服系統之穩態誤差、動態誤差或是響應速度……等來設定。

再者，該速度命令訊號  $\omega_a(s)$  係由該伺服系統200回授該伺服系統之輸出轉速  $\omega(s)$  與一速度命令參考訊號  $v_r(s)$  之差值送入一速度控制器輸出產生該電流命令參考訊號  $i_a(s)$ 。

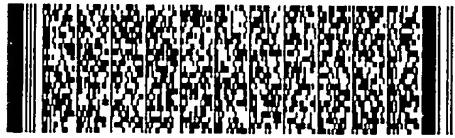
請參閱第四圖，第四圖係為本案較佳實施例之應用強健性電流迴路控制器於伺服系統之速度開迴路波德圖 (Bode Plot)。由於模式參考理論的特性，使得速度開迴路波德在低頻增益並不隨轉子慣量的改變而改變。

因此利用本案之發明之強健性電流迴路控制器，可將該伺服系統因負載變化之轉子慣量控制成為近似馬達轉子慣量參考值，電流迴路依然可以提供其強健性能。且該伺服系統因應外在干擾時，模式輸出與馬達轉子角速率的差值即時注入電流控制器，抵抗外來干擾。電流迴路可提供對外來干擾之強健性能。再者，當該伺服系統發生共振時，利用本案之參考模式控制器可自動抑制該共振。故本



五、發明說明 (7)

發明確實具有工業上實用進步之價值，本案得由熟知此  
術之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利  
範圍所欲保護者。章節結束



## 圖式簡單說明

### 圖示簡單說明

第一圖係為一典型的伺服控制系統方塊圖；

第二圖係為一典型伺服控制系統之速度開迴路波德圖 (Bode Plot)；

第三圖係為本案較佳實施例應用強健性電流迴路控制器之伺服控制系統方塊圖；以及

第四圖係為本案較佳實施例之應用強健性電流迴路控制器於伺服系統之速度開迴路波德圖 (Bode Plot)。

### 圖示符號說明

100：伺服控制系統

101：馬達系統

102：電流控制器

103：速度控制器

201：伺服系統

202：電流迴路控制器

204：參考模式控制

205：電流控制器

206：線圈參數轉移函數

207：機構參數轉移函數

$i_a(s)$ ：馬達電流命令

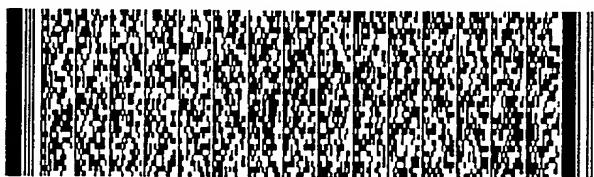
$i_f(s)$ ：馬達之迴授電流

$i_r(s)$ ：電流命令訊號

$v_r(s)$ ：馬達速度命令

$\omega(s)$ ：馬達轉速

$\omega_a(s)$ ：速度命令訊號



## 六、申請專利範圍

1. 一種電流迴路控制器應用於一伺服系統之中，該電路控制器包含：

一參考模式控制器，其利用該伺服系統之一電流命令參考訊號經由該參考模式控制器產生一速度命令訊號與該伺服系統之一迴授速度命令訊號比較產生一電流命令訊號；以及

一電流控制器，係將該電流命令訊號、該電流命令參考訊號與一電流迴授訊號經由該電流控制器產生一控制訊號以驅動該伺服系統。

2. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該伺服系統係為一交流(AC)伺服系統 (servo system)。

3. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該伺服系統係為一永磁伺服系統。

4. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該參考模式控制器之轉移函數係為  $K_t / (J_m s + B_m)$ ， $J_m$  為一馬達轉子慣量參考值、 $B_m$  為一馬達阻尼係數參考值、 $K_t$  為一比例值，利用該參考模式控制器將該伺服系統因負載變化之一轉子慣量控制成為近似該馬達轉子慣量參考值。

5. 如申請專利範圍第4項所述之電流迴路控制器，其中該轉移函數  $K_t / (J_m s + B_m)$  之該馬達轉子慣量參考值與該馬達阻尼係數參考值係根據一規格之設定值。

6. 如申請專利範圍第5項所述之電流迴路控制器，其中該規格係為該伺服系統之一穩態誤差。

7. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該



## 六、申請專利範圍

參考模式控制器該速度命令訊號與該迴授速度命令訊號差值以產生該電流命令訊號。

8. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該控制訊號係為一電壓控制訊號。

9. 如申請專利範圍第1項所述之電流迴路控制器，其中該控制訊號係為一電流控制訊號。

10. 一種電流迴路控制方法應用於一伺服系統之中，該控制方法包含：

利用該伺服系統之一電流命令參考訊號經由一第一運算產生一速度命令訊號；

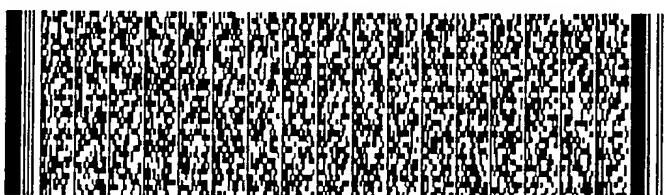
將該速度命令訊號與該伺服系統之一迴授速度命令訊號比較產生一電流命令訊號；以及

將該電流命令訊號、該電流命令參考訊號與一電流迴授訊號經由一第二運算產生一控制訊號以驅動該伺服系統。

11. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中該伺服系統係為一交流(AC)伺服系統 (servo system)。

12. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中該伺服系統係為一永磁伺服系統。

13. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中該第一運算係利用一轉移函數  $K_t / (J_m s + B_m)$ ， $J_m$  為一馬達轉子慣量參考值、 $B_m$  為一馬達阻尼係數參考值，將該伺服系統因負載變化之之一轉子慣量控制成為近似該馬達轉子慣量參考值。

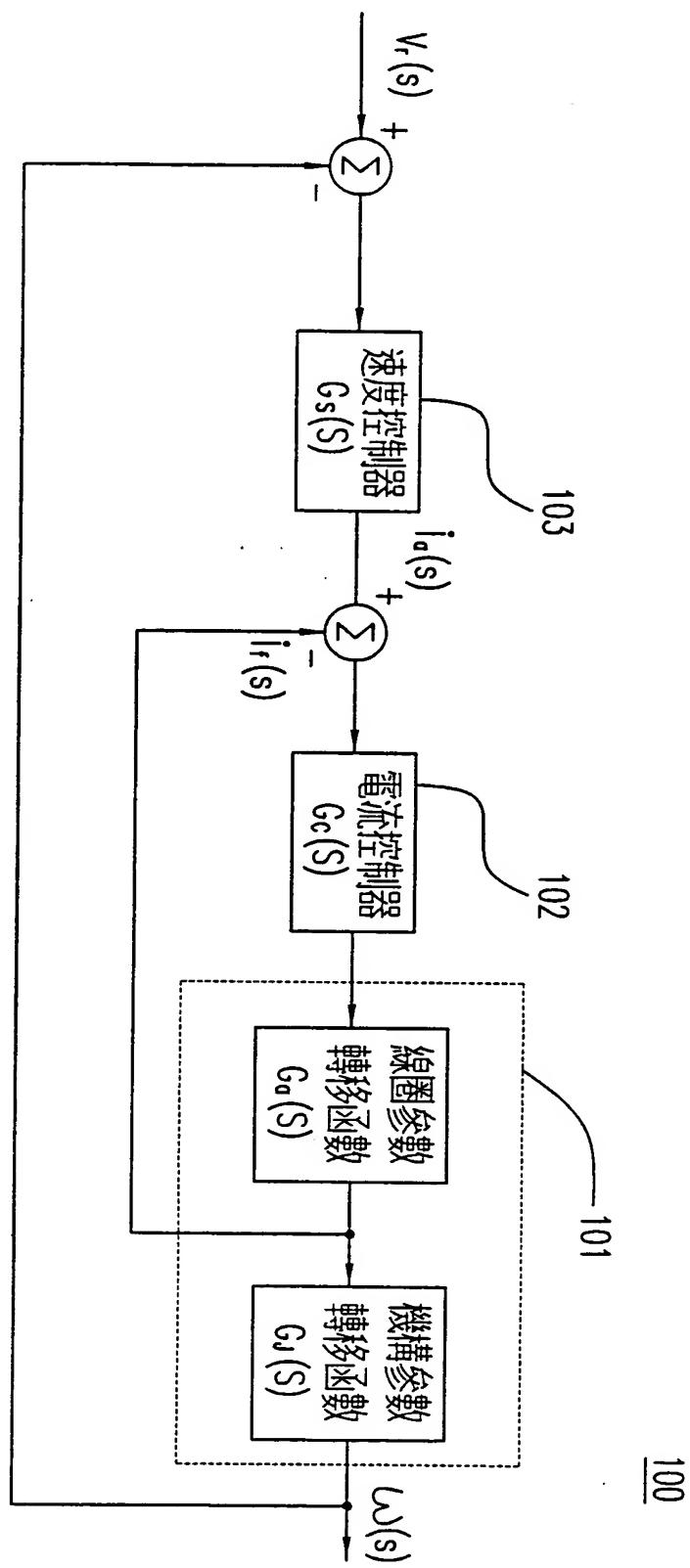


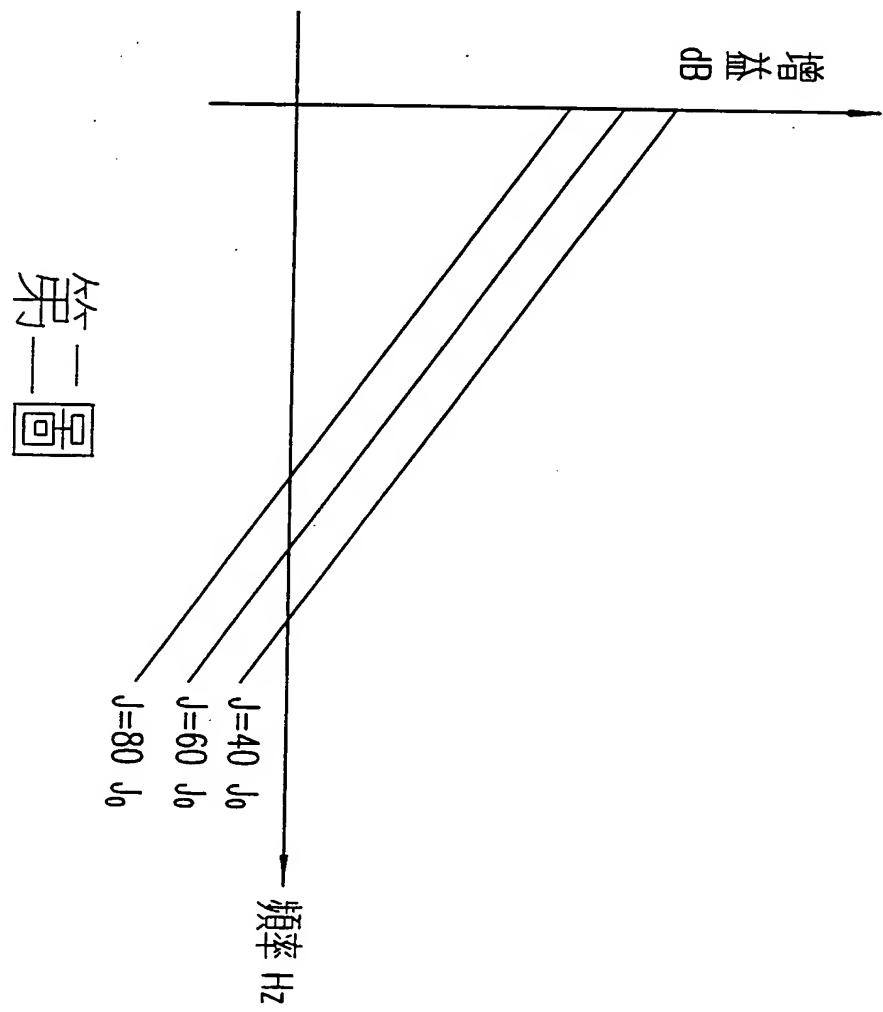
## 六、申請專利範圍

14. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中將該速度命令訊號與該迴授速度命令訊號之差值以產生該電流命令訊號。
15. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中該控制訊號係為一電壓控制訊號。
16. 如申請專利範圍第10項所述之控制方法，其中該控制訊號係為一電流控制訊號。



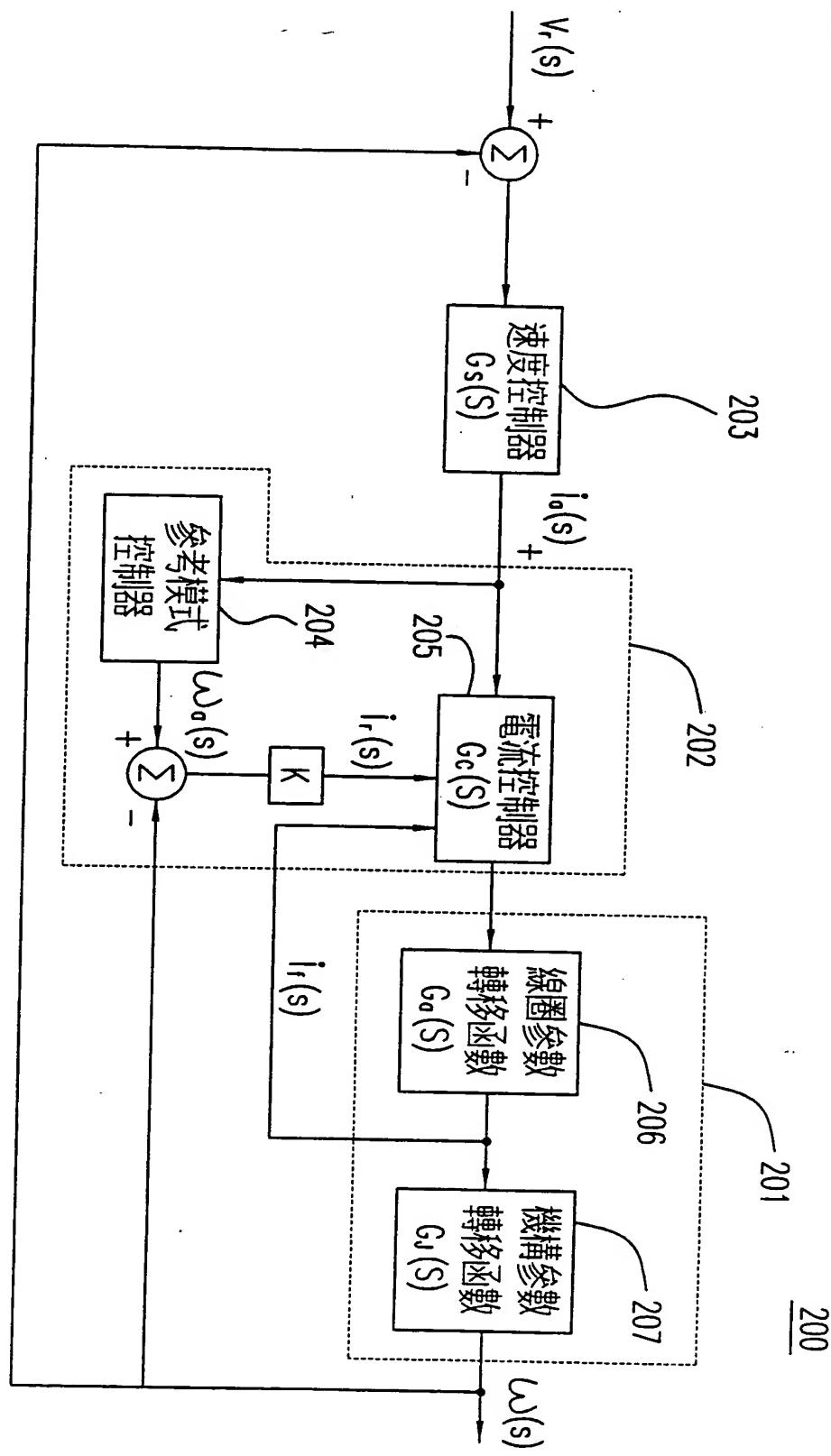
第一圖



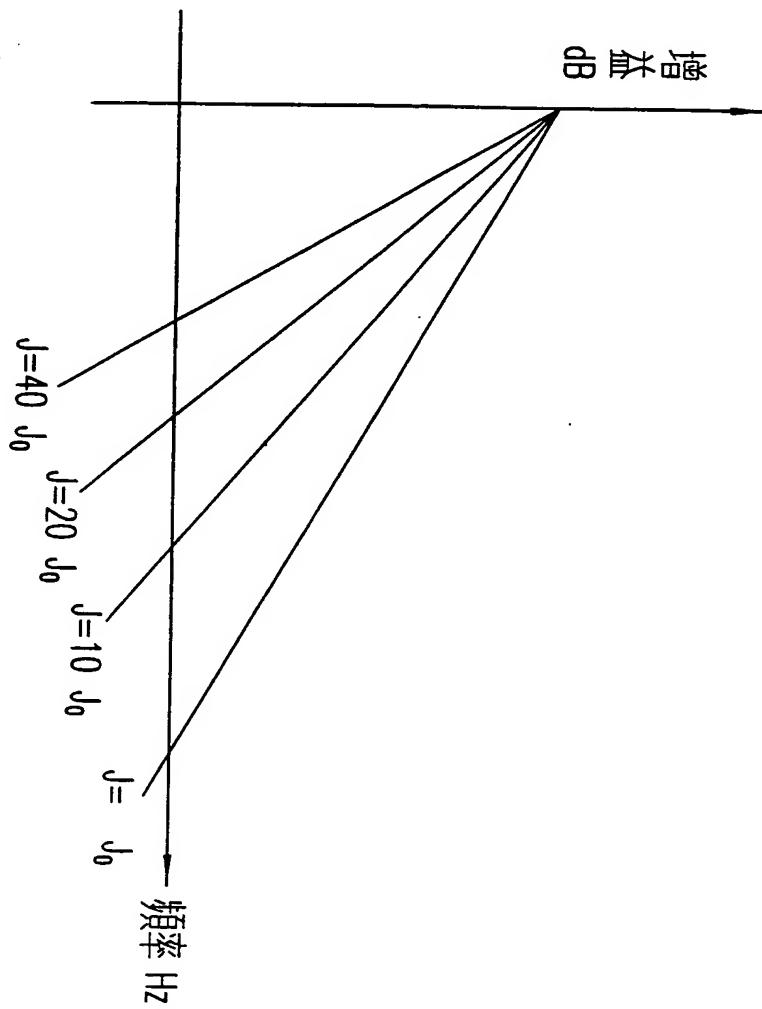


第二圖

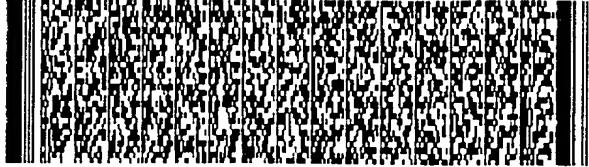
第二圖



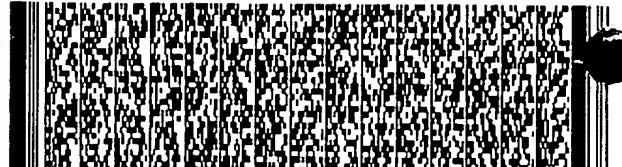
第四圖



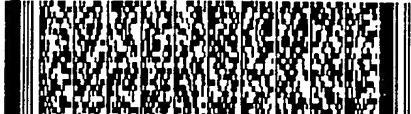
第 1/15 頁



第 2/15 頁



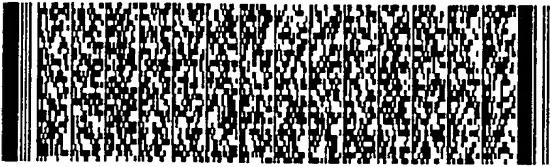
第 3/15 頁



第 4/15 頁



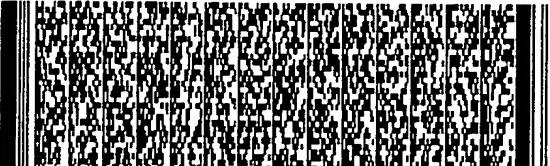
第 5/15 頁



第 5/15 頁



第 6/15 頁



第 6/15 頁



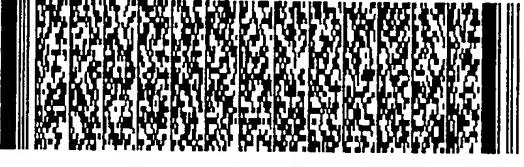
第 7/15 頁



第 7/15 頁



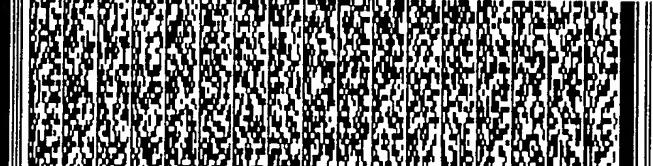
第 8/15 頁



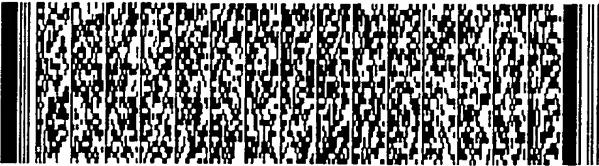
第 8/15 頁



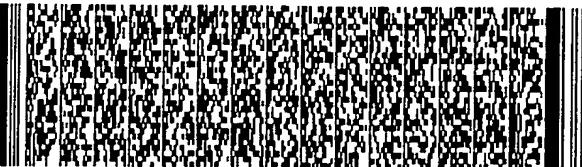
第 9/15 頁



第 10/15 頁



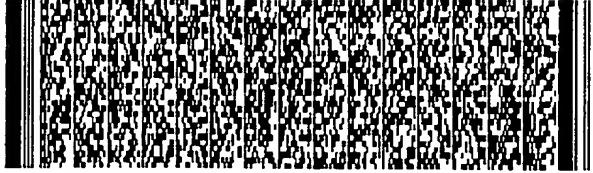
第 10/15 頁



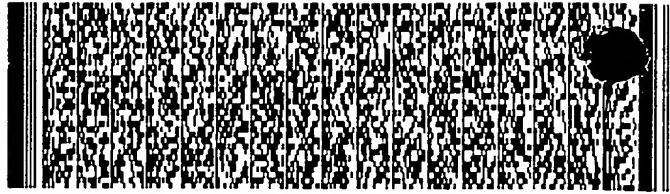
第 11/15 頁



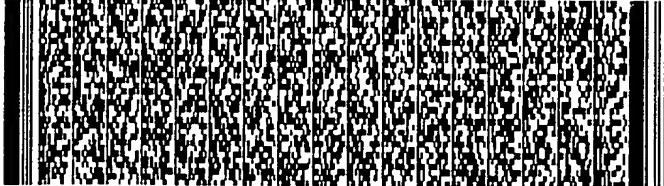
第 12/15 頁



第 13/15 頁



第 14/15 頁



第 15/15 頁

